

**БАЗА ДАННЫХ ИНТЕГРИРОВАННОЙ САПР ПРОЕКТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

Н.И. Баранников, Е.В. Капишников, И.А. Филиппова

В статье рассмотрены особенности разработанной для проектных организаций базы данных (БД) оборудования и материалов, применяемых при разработке проектов объектов строительства. Несмотря на то, что первоначально БД была ориентирована на объекты газовой отрасли, опыт ее применения показал инвариантность по отношению к отраслевой специфике.

Ключевые слова: база данных, САПР, интеграция

Современные требования, предъявляемые к качеству проектов объектов строительства и срокам их выполнения, являются достаточно жесткими и требуют от проектировщиков использования не только накопленного опыта, но и применения эффективных научно-технических достижений, проводимых, прежде всего, за счет применения оборудования, обеспечивающего необходимые технико – экономические показатели проектов. Наиболее перспективным направлением в решении этой проблемы является широкое применение информационных технологий, в частности систем автоматизированного проектирования (САПР), позволяющих повысить качество проектных решений при сокращении сроков проектирования.

В настоящей статье на примере ДОО «Газпроектинжиниринг» рассмотрен комплекс вопросов, связанных с разработкой и эксплуатацией БД оборудования, изделий и материалов, являющейся основой создания комплексной системы автоматизированного проектирования объектов строительства.

**1 Состав информации по оборудованию, необходимый при проектировании**

Для разработки проектов различного назначения, как правило, используется информация о значительном количестве оборудования и материалов, при этом необходимы как значения различных технических параметров (фактографическая информация), так и графическая информация.

Фактографическая информация включает:

данные по производительности или мощности, необходимые для расчета количества оборудования; массогабаритные характеристики для определения производственных площадей, нагрузок на фундаменты и перекрытия, высоты помещений и так далее;

параметры энергопотребления для проектирования объектов энергохозяйства, инженерных коммуникаций, влияния на окружающую среду;

эксплуатационные данные для обеспечения рабочих условий;

численность и квалификация обслуживающего персонала, необходимые для проектирования социальной инфраструктуры объекта (площади и характеристики бытовых и других помещений и так далее);

стоимость оборудования для определения объемов инвестиций, расчета показателей эффективности проекта.

Кроме того, для проектирования необходима графическая информация, представляющая собой:

схемы (технологические, электрические, гидравлические и пр.);

виды сверху, спереди, сбоку;

чертежи фундаментов под оборудование;

установочные, присоединительные размеры (для подключения необходимых коммуникаций, энергетики) и т.д.

Для используемых в проектах материалов перечень характеристик существенно меньше, однако их номенклатура значительно шире (трубная и кабельная продукция, арматура, строительные материалы и т.д.).

При использовании средств автоматизации в проектировании целесообразно получать, использовать, хранить информацию по оборудованию и материалам в электронном виде. Это позволяет систематизировать получаемую информацию, хранить её в определенных разделах и подразделах базы данных, ускорить поиск необходимых параметров по каждой единице оборудования.

**2 Традиционный процесс сбора и актуализации данных по оборудованию и материалам**

Сбор информации по оборудованию в процессе проектирования осуществляется различными способами:

электронной почтой или по сети Internet;

факсом, посредством запросов на заводы-изготовители;

из каталогов (как правило, бумажных) изготовителей оборудования;

с различного рода выставок в виде прайс-листов, рекламных проспектов и т. д.

Одним из путей получения информации является заключение договоров на информационное обслуживание со специализированными организациями. Как правило, это бывшие головные институты

Баранников Н.И. – ДОО «Газпроектинжиниринг», д-р техн. наук, профессор, n.barannikov@gasp.ru  
Капишников Евгений Валентинович - ДОО «Газпроектинжиниринг», инженер, e.v.kapishnikov@gasp.ru,  
Филиппова И.А. – ДОО «Газпроектинжиниринг», канд.техн.наук, inna@gasp.ru

по информации и технике – экономическим исследованиям различных отраслей, такие, например, как «Информэлектро», «Информприбор» и другие. Выпускаемые и распространяемые такими организациями на коммерческой основе различные каталоги, в том числе, и на машинных носителях, отражают номенклатуру оборудования и изделий, практически, всех предприятий соответствующего профиля, находящихся не только на территории РФ, но и в СНГ, отличаются полнотой и достоверностью.

Однако информация по оборудованию, получаемая вышеперечисленными способами, не удовлетворяет всех потребностей проектировщиков по следующим основным причинам:

- информация по новым изделиям и находящимся в разработке, как правило, отсутствует;
- структуры и форматы данных не совместимы с системами автоматизации;
- отсутствуют многие технические параметры;
- нет чертежей общих видов оборудования, точек подключения коммуникаций и другого;
- графическая информация зачастую дается в аксонометрическом изображении, которая непригодна для проектирования и т.д.

В связи с этим, необходим системный подход к решению проблемы обеспечения проектных организаций актуальной информацией в необходимом объеме.

### 3 Цели и задачи разработки базы данных оборудования

Целью разработки БД является разработка средств сбора, хранения, поиска и выдачи данных по техническим характеристикам и стоимостным показателям, а также графической информации, необходимой при разработке инвестиционных обоснований и проектной документации проектов реконструкции, технического перевооружения и нового строительства объектов ОАО «Газпром».

Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

определить информационную потребность проектных институтов в части получения характеристик основного и вспомогательного оборудования, изделий и материалов;

исследовать состояние работ по существующим и разрабатываемым БД в отрасли и смежных отраслях;

определить состав БД, её структуру, форматы данных, позволяющих осуществлять не только функции поиска и выдачи информации, но и решение в последующем прикладных проектных задач;

разработать систему классификации и кодирования;

разработать механизм развития структуры БД, обеспечивающего включение новых групп оборудования и новых характеристик;

выбрать СУБД, операционную среду, программные средства обмена информацией с удаленными поставщиками и потребителями;

выбрать минимально необходимый и оптимальный состав технических средств;

разработать регламент взаимодействия заинтересованных организаций.

БД должна обеспечивать выполнение следующих работ:

поиск по множеству характеристик необходимого оборудования и материалов и их выбор по совокупности показателей, в том числе и стоимостным;

разработку технологических, электрических и иных схем;

формирование спецификаций и сводных спецификаций оборудования;

формирование заданий смежным разделам.

При решении этих задач необходимо было учесть ряд условий:

максимально использовать общероссийские и отраслевые классификаторы;

БД должна носить многоцелевой характер и учитывать интересы всех участников инвестиционного процесса: инвесторов, проектных, подрядных и эксплуатирующих организаций;

необходимость создания, в конечном итоге, единого информационного пространства для проектных, подрядных и эксплуатирующих организаций.

Особо следует отметить необходимость внесения информации в БД непосредственно организациями-разработчиками и изготовителями оборудования и материалов, что обеспечит оперативность и повысит достоверность данных.

Анализ показал, что для проектных организаций ОАО «Газпром» объем БД изделий, включающей не только основное и вспомогательное оборудование, но и современные средства связи, автоматики, строительные материалы и т.д., должен составить не менее 200 тыс. единиц (табл.).

Раздел	Источник	Кол-во изделий
Основное и вспомогательное оборудование газовой отрасли, а также грубая продукция	БД ООО «Газкомплектимпекс»	25000
Изделия электротехнической промышленности	Каталоги «Информэлектро»	80000
Средства КИП и А	Каталоги «Информприбор»	75000
Другие разделы		30000
Итого (ориентировочно)		210000

### 4 Анализ отечественных БД оборудования

Анализ отечественных БД оборудования общепромышленного назначения, т.е. включающих номенклатуру оборудования, применяемого в различных отраслях, показал, что они, как правило, отно-

сятся к классу информационно-поисковых систем. Наиболее развитой, на наш взгляд, является информационно-поисковая система по нефтегазовому оборудованию "МашИнформТЭК", разработчик - ОАО "Торговый дом "Воткинский завод" (ГПО "Воткинский завод").

ИС "МашИнформТЭК" содержит информацию о нефтегазовом оборудовании (более 55000 позиций), предприятиях-производителях, проектных институтах, коммерческих структурах, связанных с поставками оборудования, предприятиях ТЭК (около 2500 адресов).

Информация об оборудовании **неструктурированная**, в текстовом формате и содержит:

название, заводское обозначение;  
технические характеристики;  
графическое изображение;  
цену.

Данные о предприятиях содержат сведения:

вид деятельности, форма собственности, подчиненность, краткое и полное названия; фамилии, имена, отчества руководителей предприятия, занимаемые должности, средства связи;

юридические и почтовые адреса предприятий и их филиалов;

банковские, отгрузочные реквизиты;

дополнительная информация, характеризующая предприятие.

Поисковая система позволяет найти/сгруппировать нужную информацию по:

названию изделия;  
характеристике изделия;  
названию предприятия;  
адресу;  
фамилии работника предприятия;  
территориальному размещению.

Предприятия можно сгруппировать по виду деятельности, региональному размещению.

ИС может служить для проектировщиков вспомогательным средством поиска оборудования и заводов - изготовителей.

В ОАО «Газпром» функции централизованной комплектации строек выполняет ООО «Газкомплекс-тимпекс», БД которого содержит практически всю номенклатуру оборудования и основных материалов ОАО «Газпром», и является, по сути, также информационно-справочной системой, т.к. содержит только характеристики, необходимые для размещения заказа на поставку.

В составе некоторых программных комплексов, таких, например, как «Программа для черчения, проектирования и расчета систем инженерного обеспечения Magi CAD», имеются локальные БД, включающие оборудование и материалы, относящиеся только к данному разделу проектов. Как правило, такие базы имеют ограниченные возможности по работе с данными и не могут быть использованы в других разделах.

## 5 Роль и место БД в комплексной САПР проектного института

С учетом современного состояния информационных технологий и САПР в частности, несколько упрощенно можно говорить о следующей технологии проектирования (рис. 3):

1. Вся исходная информация (задание на проектирование, отчеты о топогеодезических и геологических изысканиях и т.д.) поступает в проектную организацию в электронном виде в форматах, обеспечивающих их автоматизированную обработку;

2. Разработка проектной документации производится в электронном виде на основе единой БД в соответствии с организационно-технологической моделью (ОТМ), учитывающей информационные взаимосвязи между проектными операциями. В результате формируются разделы проекта с необходимыми схемами, расчетами, чертежами и т.п.;

3. На основе отдельных разделов формируется полная электронная версия проекта, которая поступает в электронный архив в исходных (для последующего использования) и растровом форматах;

4. Готовый проект тиражируется и передается заказчику в традиционном виде - на бумаге, а также в электронном виде (на CD) в растровом формате.

В общем виде структуру интегрированной САПР можно представить в следующем виде (рис. 1)



Рис.1 Структура комплексной САПР

Организационно комплексная САПР состоит из автоматизированных рабочих мест (АРМ), имеющих однотипную системную составляющую, и набор специализированных приложений. Ядром комплексной САПР является **база данных оборудования, изделий и материалов**, применяемых при проектировании. Состав информации БД описан в разделе 2.

Можно выделить три основные функции БД:

1. Функции информационно-поисковой системы (ИПС);
2. создание и сопровождение БД текущих проектов;
3. интеграция данных и приложений.

Функции ИПС заключаются в поиске и выдаче по запросам проектировщиков или приложений необходимых данных. Например, в результате выпол-

нения программы гидравлического расчета сети теплоснабжения получены значения необходимых номинальных значений производительности и давления насоса. По этим значениям БД выдает перечень насосов, удовлетворяющих им. Выбор конкретного типа может выполнять проектировщик или, если есть алгоритм выбора по определенным критериям, в автоматизированном режиме.

Кроме того, одним из важных свойств САПР является интеллектуализация, что обеспечивается интеграцией графических обозначений элементов схем (технологических, электрических и др.) с базой данных оборудования. Это означает, что имеется возможность выбора по компоненте схемы его параметров из существующей БД оборудования и добавления параметров этого элемента (наименование, диаметр, ГОСТ или ТУ, завод-изготовитель, давление и т.д.) в виде атрибутивной информации в технологическую схему.

Функция создания и сопровождения БД текущих проектов заключается в организации ввода и хранения всей совокупности данных (исходные, промежуточные, результирующие), относящихся к разрабатываемым проектам. Особенностью данной функции является необходимость хранения вариантов проработок, уникальных форм обмена заданиями между разработчиками различных разделов и др.

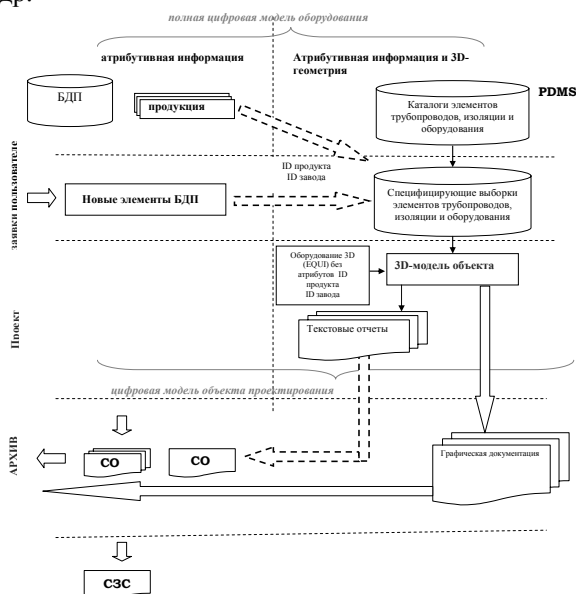


Рис. 2. Схема интерфейса БД и 3D-системы

В настоящее время комплексная САПР включает 2D и 3D системы со своими форматами представления, средствами хранения и обработки данных и т.д. В связи с этим функция интеграции рассматриваемой БД заключается в объединении базового набора данных, относящихся к конкретным объектам (спецификация оборудования и материалов) и синхронизации его с данными этих систем (рис. 2).

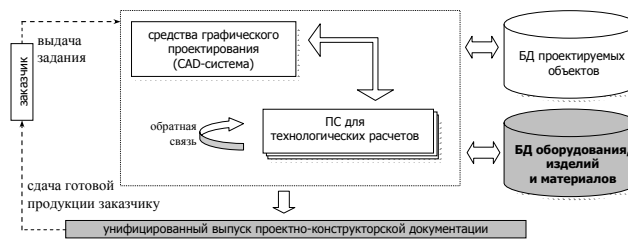


Рис. 3 Укрупненная модель функционирования процесса комплексной автоматизации проектирования на основе единой БД оборудования, изделий и материалов

## 6 Система классификации и кодирования

Оборудование, применяемое в отрасли, характеризуется чрезвычайным разнообразием типов и видов, а также вариантами их исполнения, поэтому вопрос о его группировке по определенным принципам является чрезвычайно актуальным при разработке системы классификации для создания БД.

В соответствии с [3] необходимо учитывать общие принципы функционирования единой системы классификации и кодирования технико-экономической и другой информации и ведения работ, связанных с ее развитием. Применительно к данной предметной области это следующие принципы:

- открытость и общедоступность системы кодирования для пользователей;
- автоматизация процесса обработки информации;
- обеспечение методического и организационного единства системы кодирования;
- комплексность системы кодирования, предусматривающая наиболее полный охват информации, используемой при межотраслевом обмене;
- совместимость системы кодирования и других информационных систем и ресурсов и их взаимодействие в едином информационном пространстве РФ.

С учётом этих положений было принято решение использовать на верхнем уровне общероссийский классификатор продукции (далее ОКП) [1], представляющий собой систематизированный свод кодов и наименований группировок продукции, построенных по иерархической системе классификации.

Каждая позиция ОКП содержит шестизначный цифровой код и наименование группировки продукции. Предусмотрена пятиступенчатая иерархическая классификация с цифровой десятичной системой кодирования, причём на каждой ступени классификации деление осуществляется по наиболее значимым экономическим и техническим классификационным признакам.

На первой ступени классификации располагаются классы продукции (XX 0000), на второй – подклассы (XX X000), на третьей – группы (XX XX00), на четвёртой – подгруппы (XX XXX0), на пятой – виды продукции (XX XXXX).

Анализ ОКП, с одной стороны, и состава оборудования, применяемого в отрасли, показал, что

группы оборудования, применяемого в отрасли, входят в различные классы: 31 – продукция тяжёлого, энергетического и транспортного оборудования; 36 – продукция химического и нефтяного машиностроения и другие.

Некоторым группам оборудования, например, газоперекачивающим агрегатам (ГПА), трудно однозначно определить включающий их класс.

В то же время, БД ООО «Газкомплектимпекс», включающая практически всю номенклатуру оборудования ОАО «Газпром», также содержит коды ОКП и разбита на группы по технологическому признаку.

Таким образом, целесообразно начало поиска для оборудования и материалов общего применения связать с ОКП, а поиск специализированного оборудования – с классификатором групп ООО «Газкомплектимпекс»).

В пользу такого решения выступает и необходимость составления проектными институтами сводных заказных спецификаций и последующим их согласованием в ООО «Газкомплектимпекс».

В силу несоответствия ОКП и классификатора отраслевого использования (ОКП не охватывает всю номенклатуру продукции) в основу положен классификатор продукции, представляющий собой иерархическую многоуровневую структуру, на основе которой происходит разбиение изделий на основные классы, подклассы, группы и т.д., неограниченного уровня вложенности, что предопределило необходимость одновременного ведения нескольких классификационных структур с возможностью собственного кодирования продукции.

Следующей задачей является разработка системы кодирования параметров оборудования.

Из общероссийских классификаторов наиболее близким по структуре и содержанию является ОКЕИ – общероссийский классификатор единиц измерения [2], однако он полностью не отражает специфику параметров оборудования. Например, в нём отсутствуют такие наименования и единицы измерения, как напор (для насосов в м) и многие другие.

В связи с этим, в данной работе всё множество оборудования было привязано к группам по ОКП и для каждой группы определён набор параметров, необходимых для проектирования. Названия параметров, совпадающих по семантике с названиями из ОКЕИ, даны в редакции классификатора, отсутствующие – в соответствии с методическими документами, в которых регламентировано их использование.

Набор параметров для одних и тех же групп оборудования с течением времени изменяется, как правило, в сторону увеличения. Так, для разработки раздела «Охрана окружающей среды» стали использоваться показатели звукового давления оборудования в определённых интервалах частот, выбросы вредных веществ в окружающую среду и так далее.

Таким образом, необходимо обеспечить возможность изменения номенклатуры параметров для любых групп оборудования, не изменяя структуры БД и системы классификации и кодирования.

В работе эта задача решена введением в структуру БД таблицы «Справочник характеристик оборудования и материалов», в которой для каждой группы число строк равно числу используемых параметров.

При необходимости расширения числа параметров разработаны средства внесения дополнительных строк с последующим внесением в БД значений этих параметров.

Таким образом, классификация и кодирование данных выполнены в соответствии с требованиями общероссийских и отраслевых классификаторов, а при их отсутствии или невозможности использования разработаны с максимальным учетом требований действующих нормативных документов.

## **7 Принципы логической организации БД**

База данных представляет собой совокупность идентифицированных взаимосвязанных данных, предназначенных для многоцелевого использования и ориентированных на определенный класс применений. При ее разработке соблюден, так называемый, принцип "независимости данных и программ", который обеспечивает:

независимость данных от программ, то есть изменение программ не приводит к реорганизации самой базы;

максимальную независимость прикладных программ (ПП) от физической организации данных в базе и методов доступа;

независимость ПП от логической структуры тех же данных в других программах;

независимость ПП от перестроения логической структуры тех же данных в базе;

максимальную независимость БД от использующих ее ПП и их модификаций;

максимальную независимость БД от физической организации памяти и аппаратной конфигурации системы.

База данных реализует реляционную модель данных (РМД) об оборудовании путем разработки для каждого типа субмодели, т.е. группы таблиц-отношений, совокупность которых позволяют описать тип и его характеристики.

Каждый объект группы описан соответствующими записями в таблицах, взаимосвязь между которыми обеспечена системой кодирования.

Развитие системы также обеспечено за счет использования РМД, что позволяет включать новые таблицы без изменения существующих за счет создания связей между ними. Открытость для связи с другими системами обеспечивается средствами импорта – экспорта СУБД Oracle.

Принцип разового ввода информации специалистами, отвечающими за ее подготовку, обеспечен средствами разделения прав доступа СУБД Oracle.

Структура данных обеспечивает:

объединение данных любого количества и объема, допускающее совместное использование общих данных различных подсистем;  
минимальное время обработки данных;  
минимальную избыточность данных;  
минимальный объем дисковой памяти для хранения данных;  
наиболее эффективные методы доступа к данным.

### **Заключение**

Первая версия БД поставщиков и продукции для газовой отрасли разработана по заданию ОАО «Газпром» ДООО «Газпроектинжиниринг» (г. Воронеж) в 2000-2001 г.г. и зарегистрирована в Министерстве Российской Федерации по связи и информатизации (регистрационное свидетельство за №7169).

При ее разработке был использован почти двадцатилетний опыт разработки аналогичных БД [4]. Последующая эксплуатация позволила выявить значительное число сопряженных задач, реализация которых позволила повысить функциональные возможности и эффективность системы. Реализация интерфейсов с графической 2D системой ACad и 3D системой PDMS фирмы AVEVA (Великобритания) обеспечили создание единого информационного пространства проектировщиков.

В настоящее время в БД содержатся данные по, примерно, 1000 основных изготовителей и поставщиках продукции и данные более чем по 150000 единицах продукции. Данные о поставщиках содержат все необходимые реквизиты как для проектировщиков, так и для заказчиков и подрядчиков (составление спецификаций оборудования (СО), переписка, заключение договоров и т. д.).

Данные о продукции содержат всю необходимую информацию, прежде всего, для проектировщиков (фактографическую (цифровую) и графическую), включая полный набор технических характеристик, а также для комплектующих и эксплуатирующих организаций.

За счет наличия в БД набора необходимых технических параметров в функционале имеются мощные средства поиска оборудования по значениям базовых параметров в различных единицах изме-

рения; поиск оборудования исходя из области применения; поиск аналогов.

Наличие в БД информации о нескольких заводах-изготовителях и поставщиках с отпускными ценами позволяет в критерии поиска включать ценовые показатели.

БД позволяет осуществлять не только поиск информации, но и формировать СО и, на их основе, получать сводные заказные спецификации (СЗС), которые для комплектующих организаций являются базой для дальнейшей работы.

За время эксплуатации на основе БД выпущены десятки тысяч листов проектной и иной документации по проектам различной отраслевой принадлежности.

Последняя версия программного обеспечения позволяет работать с БД в удаленном режиме, используя WEB – технологии и систему распределения прав доступа для различных категорий пользователей, что является основой создания единого информационного пространства для всех участников инвестиционного процесса.

По этой технологии ведется разработка проектов головной организацией совместно с филиалами, расположенными в других городах. Ряд предприятий-разработчиков и изготовителей оборудования, продукция которых широко используется в проектах, имеют прямой доступ к БД для сопровождения своих групп оборудования.

### **Литература**

1. Общероссийский классификатор продукции. ОК 005-93. Госкомстат РФ.
2. Общероссийский классификатор единиц измерений (ОКЕИ) ОК 015-94.
3. «О развитии единой системы классификации и кодирования технико-экономической и социальной информации». Постановление Правительства РФ от 01.11.1999г. №1212.
4. Баранников Н.И., Гулянский Э.Д., Львов С.В. Система управления базой данных САПР объектов строительства. Воронеж: ВГСПИ, 1981. 53 с.

ДООО «Газпроектинжиниринг», г.Воронеж

### **DATABASE OF THE DESIGNING ORGANIZATION INTEGRATED CAD**

N.I.Barannikov, E.V.Kapishnikov, I.A. Filipova

This article is deal with database of equipment and material which used in construction, reconstruction and technical reequipment project developing. Thought database of equipment and material be orient on gas industry object they can be find a use for various field also.

Key words: database, CAD, integration

